

544, 120

Rec'd PCT/PTO 02 AUG 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

10/544120

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年12月9日 (09.12.2004)

PCT

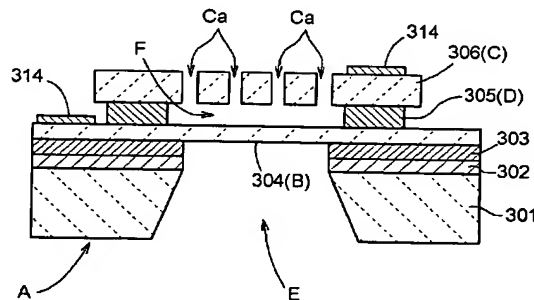
(10) 国際公開番号
WO 2004/107810 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04R 19/01
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007091
- (22) 国際出願日: 2004年5月25日 (25.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-148919 2003年5月27日 (27.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ホシデン株式会社 (HOSIDEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5810071 大阪府八尾市北久宝寺1丁目4番33号 Osaka (JP). 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大林義昭 (OHBAYASHI, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒6310045 奈良県奈良市千代ヶ丘一丁目7-13 Nara (JP). 安田護 (YASUDA, Mamoru) [JP/JP]; 〒6512225 兵庫県神戸市西区桜が丘東町五丁目11-2 Hyogo (JP). 佐伯真一 (SAEKI, Shinichi) [JP/JP]; 〒5820018 大阪府柏原市大泉三丁目6-11 Osaka (JP). 駒井正嗣 (KOMAI, Masatsugu) [JP/JP]; 〒6620822 兵庫県西宮市松籟荘3-16 Hyogo (JP). 加川健一 (KAGAWA, Kenichi) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 北村修一郎 (KITAMURA, Shuichiro); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎五丁目8番1号 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: SOUND DETECTING MECHANISM AND PROCESS FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 音響検出機構及びその製造方法



A: 支持基板
B: 振動板
C: 背電極
D: スペース
E: 音響開口
F: 空隙領域

301: 単結晶シリコン基板
302: シリコン酸化膜
303: シリコン窒化膜
304: 多結晶シリコン膜
305: 犠牲層
306: 多結晶シリコン膜
314: 取出し電極

A...SUPPORTING SUBSTRATE
B...DIAPHRAGM
C...BACK ELECTRODE
D...SPACER
E...ACOUSTIC OPENING
F...AIR GAP REGION

301...SINGLE CRYSTAL SILICON SUBSTRATE
302...SILICON OXIDE FILM
303...SILICON NITRIDE FILM
304...POLYSILICON FILM
305...SACRIFICE LAYER
306...POLYSILICON FILM
314...TAKE-OUT ELECTRODE

(57) Abstract: A sound detecting mechanism in which strain of a diaphragm is suppressed while forming the diaphragm to a required thickness. The sound detecting mechanism has a pair of electrodes arranged on a substrate A to form a capacitor, wherein one electrode of the pair of electrodes is a back electrode C having a through hole Ca corresponding to an acoustic hole and the other electrode is a diaphragm B. A silicon nitride film (303) is provided on the base side of the substrate A with reference to a film body as the diaphragm B being formed on the substrate A.

[続葉有]

WO 2004/107810 A1



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 振動板を必要な厚さに形成しながら、振動板の歪みが抑制される音響検出機構を構成する。基板Aにコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴Caを形成した背電極Cであり、他方の電極は振動板Bである音響検出機構であって、基板Aに形成される振動板Bとしての膜体を基準にして、基板Aのベース側にシリコン窒化膜303を備える。

明 細 書

音響検出機構及びその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構及びその製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 例えば、携帯電話機には従来からコンデンサマイクロホンが多用され、そのコンデンサマイクロホンの代表的な構造として、図5に示すものを例に挙げることができる。つまり、このコンデンサマイクロホンは、アコースティックホールに相当する複数の貫通穴hを形成した金属製のカプセル100の内部に、固定電極部300と振動板500とを、スペーサ400を挟み込む形態で一定間隔を持って対向配置すると共に、カプセル100の後部開口に基板600を嵌め込む形態で固定し、この基板600に対してJ-FET等で成るインピーダンス変換素子700を備えている。この種のコンデンサマイクロホンでは固定電極部300又は振動板500上に形成した誘電体材料に高電圧を印加し、加熱して電氣的な分極を発生させて、表面に電荷を残留させたエレクトレット膜を生成することにより(同図では、振動板500を構成する金属や導電性のフィルムで成る振動体520にエレクトレット膜510を形成している)、バイアス電圧が不要な構造となっている。そして、音による音圧信号によって振動板500が振動した場合には、振動板500と固定電極部300との距離が変化することで静電容量が変化し、この静電容量の変化をインピーダンス変換素子700を介して出力するよう機能する。

- [0003] また、別の音響検出機構の従来技術として、以下のような構成のものを挙げることができる。すなわち、この音響検出機構は、振動板となる基板(110)と背面板(103)(本発明の背電極)となる基板(108)とを接着層(109)を介して重ね合わせ、熱処理により接着した後に、背面板となる基板(108)を研磨して所望の厚さとする。次に、それぞれの基板(108)・(109)にエッチングマスク(112)を形成した後に、アルカリエッチング液で処理して、振動板(101)と背面板(103)とを得る。次に、背面板(103)

を網目構造にし(本発明の貫通穴)、背面板(103)をエッチングマスクにして絶縁層(111)をフッ化水素酸でエッチングすることにより空隙層(104)を形成して構成されている(例えば、特許文献1参照・番号は文献中のものを引用)。

特許文献1:特開2002-27595号公報 (段落番号[0030]～[0035]、図1、図3)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 図5に示す従来からのマイクロホンの出力を大きくする(感度を高める)ためには、固定電極部300と振動板500との間の静電容量を大きくする必要がある。そして、静電容量を大きくするには、固定電極部300と振動板500との重畳面積を大きくする、又は、固定電極部300と振動板500との間隔を小さくすることが有効となる。しかし、固定電極部300と振動板500との重畳面積を大きくすることはマイクロホン自体の大型化を招くものである。一方、前述したようにスペーサ400を配置する構造では、固定電極部300と振動板500との距離を小さくすることについても限界があった。

[0005] また、エレクトレットコンデンサマイクロホンでは、永久的電気分極を作り出すためにFEP(Fluoro Ethylene Propylene)材等の有機系の高分子重合体を使用されることも多く、この有機系の高分子重合体を用いたものは耐熱性に劣るため、例えば、プリント基

板に実装する場合にリフロー処理時の熱に耐え難く、実装する際にリフロー処理を行えないものであった。

[0006] そこで、音響検出機構として、特許文献1に示されるようにシリコン基板に対して微細加工技術によって背電極と振動板とを形成した構造を採用することが考えられる。この構造の音響検出機構は、小型でありながら背電極と振動板との距離を小さくして感度を高めることができる。また、バイアス電源を必要とするものであるが、リフロー処理を可能とするものとなる。しかしながら、特許文献1に記載される技術では、アルカリエッチング液で単結晶シリコン基板をエッチングすることによって振動板を形成するので、振動板の厚さの制御が困難で、必要とする厚さの振動板を得ることが困難であった。

[0007] ここで、振動板の厚さの制御について考えると、アルカリエッチング液でシリコン基

板をエッチングすることによって振動板を形成するプロセスでは、振動板の厚さ制御性を向上させるためにSOIウェハーを利用することが有効である。つまり、この手法では、SOIウェハーの埋め込み酸化膜をアルカリエッチング液によるエッチングの停止層として利用できるため、SOIウェハーの活性層の厚みを設定することにより振動板の厚みを制御することができる。

[0008] しかしながら、このような手法を用いても、埋め込み酸化膜等からの内部応力が振動板を歪ませるため、振動板を薄く形成した場合には振動特性を悪化させるものとなり、この内部応力による歪みを軽減するために振動板の厚みを設定した場合には、振動板の厚みを必要以上に厚く形成する必要から、振動板を薄くできず、プロセスを増大させるだけで(プロセス負荷を高めるだけで)改善の余地があった。

[0009] 本発明の目的は、振動板を必要な厚さに形成しながら、振動板の歪みを抑制し、高感度となる音響検出機構を合理的に構成する点にある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る音響検出機構の第1の特徴構成は、基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構において、前記基板に形成される前記振動板としての膜体を基準にして、前記基板のベース側にシリコン窒化膜を備えた点にある。

[0011] [作用・効果]

上記特徴構成によると、シリコン窒化膜の外面側に振動板としての膜体を形成した構造となるので、基板をエッチングによって除去し、膜体を露出させて振動板を形成した状態において、この膜体に対して基板から応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和することにより振動板に対して不要な応力を作用させる現象や、振動板を歪ませる現象を抑制して、音圧信号に対して振動板を忠実に振動させるものとなる。また、上記特徴によると、エレクトレット層を形成しない構造となるので、プリント基板に実装する場合にリフロー時の熱にも耐えるものとなる。そして、振動板を形成する膜体と支持基板との間にシリコン窒化膜を形成すると云う極めて簡単な構造の改良によって高感度な音響検出機構を構成できた。特に、この構成によると、微細加

工技術を用いて支持基板に対して小型の音響検出機構を形成できるので、例えば携帯電話機のように小型の機器に容易に用いることが可能で、プリント基板に実装する場合でも、リフロー処理が可能となる。

- [0012] 本発明に係る音響検出機構の第2の特徴構成は、前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として、活性層と埋め込み酸化膜層との間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハースを用い、前記活性層で前記振動板を形成している点にある。

[0013] [作用・効果]

上記特徴構成によると、単結晶シリコン基板をベースとしたSOIウェハースに対してエッチング等の必要な処理を行うことにより、例えば、活性層を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。その結果、予め必要な膜が形成されたSOIウェハースを用いて容易に音響検出機構が構成された。

- [0014] 本発明に係る音響検出機構の第3の特徴構成は、前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として、埋め込み酸化膜層と前記ベースとの間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハースを用いている点にある。

[0015] [作用・効果]

上記特徴構成によると、単結晶シリコン基板をベースとしたSOIウェハースに対してエッチング等の必要な処理を行うことにより、例えば、埋め込み酸化膜の外面側に形成した膜体を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。その結果、予め必要な膜が形成されたSOIウェハースを用いて容易に音響検出機構が構成された。

- [0016] 本発明に係る音響検出機構の第4の特徴構成は、前記基板が単結晶シリコン基板で成る支持基板で構成され、この支持基板にシリコン酸化膜を成膜し、このシリコン酸化膜上に前記シリコン窒化膜を成膜し、更に、このシリコン窒化膜上にシリコン膜を成膜している点にある。

[0017] [作用・効果]

上記特徴構成によると、支持基板としての単結晶シリコン基板に対して、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン膜(単結晶シリコン、多結晶シリコンの何れであっても良い)をこの順序で形成した基板を用い、必要な処理を行うことにより、シリコン膜を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。その結果、単結晶シリコン基板に対する成膜処理と、特定部位の膜を除去する処理とを行うことにより音響検出機構が構成された。

[0018] 本発明に係る音響検出機構の第5の特徴構成は、前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、前記振動板としての膜体と前記支持基板との間に、シリコン酸化膜と前記シリコン窒化膜とで成る積層膜を形成し、前記シリコン窒化膜の膜厚範囲を $0.1\mu\text{m}$ 〜 $0.6\mu\text{m}$ に設定し、これらの膜厚比率である(シリコン酸化膜)/(シリコン窒化膜) $=R$ が $0 < R \leq 4$ となるように構成した点にある。

[0019] [作用・効果]

上記特徴構成によると、シリコン酸化膜の膜厚と、シリコン窒化膜の膜厚との設定より、シリコン酸化膜とシリコン窒化膜とで成る積層膜の合成応力を制御することにより、単結晶シリコン基板から振動板に対して作用する応力を制御して振動板に作用する応力を制御できる。このように振動板に作用する応力の制御性を証明するための実験結果を図4のように表すことができる。つまり、振動板の厚みを $2\mu\text{m}$ に設定し、シリコン窒化膜の膜厚を変化させてコンデンサマイクロホンを製造した際の振動板の撓み量は、同図から明らかなようにシリコン窒化膜を具備しない場合と比べて小さくなるものであり、シリコン窒化膜の膜厚範囲を $0.1\mu\text{m}$ 〜 $0.6\mu\text{m}$ に設定し、これらの膜厚比率である(シリコン酸化膜)/(シリコン窒化膜) $=R$ が $0 < R \leq 4$ となるように構成することにより、振動板の撓み量を $6\mu\text{m}$ 以下の小さい値に維持できる。その結果、シリコン酸化膜の膜厚と、シ

リコン窒化膜の膜厚との設定より、振動板の撓み量を低減して支障なく使用できる音響検出機構を構成できた。

[0020] 本発明に係る音響検出機構の第6の特徴構成は、前記単結晶シリコン基板として、

(100)面方位のシリコン基板を用いている点にある。

[0021] [作用・効果]

上記特徴構成によると、(100)面方位の単結晶シリコン基板特有の面方位の方向に選択的にエッチングを進行させ得るので、エッチングパターンに対して忠実となる精密なエッチングを可能にする。その結果、精密可能によって必要とする形状の加工を実現できるものとなった。

[0022] 本発明に係る音響検出機構の第7の特徴構成は、前記振動板に対して不純物拡散処理が施されている点にある。

[0023] [作用・効果]

上記特徴構成によると、振動板に対する不純物拡散処理を行うことにより、振動板に対して圧縮応力を作り出し、単結晶シリコン基板から振動板に対して作用する応力を打ち消す方向に作用させることが可能となる。その結果、振動板に作用する応力を一層低減し、高感度の音響検出機構を構成できた。

[0024] 本発明に係る音響検出機構の製造方法の特徴構成は、単結晶シリコン基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構の製造方法であって、前記単結晶シリコン基板の表面側にシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上にシリコン窒化膜を成膜し、該シリコン窒化膜上に振動板となる多結晶シリコン膜を成膜し、該多結晶シリコン膜上に犠牲層となるシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上に背電極となる多結晶シリコン膜を成膜し、この後、前記背電極となる多結晶シリコン膜をフォトリソグラフィ技術により所望の形状にパターンを形成し、前記単結晶シリコン基板の裏面側から振動板下部に相当する領域をエッチングにより除去し、フッ酸により振動板下面側に存在するシリコン酸化膜とシリコン窒化膜とを除去し、かつ、前記犠牲層であるシリコン酸化膜を除去する点にある。

[0025] [作用・効果]

上記特徴構成によると、単結晶シリコン基板の表面側にシリコン酸化膜、シリコン窒化膜、振動板となる多結晶シリコン膜、犠牲層として機能するシリコン酸化膜、背電極

となるシリコン酸化膜をこの順序で成膜し、この後には、フォトリソグラフィ技術等を用いたエッチングを行うことにより音響検出機構を製造できる。その結果、シリコン基板に対して半導体を形成するために存在する従来からの技術を用いるだけで、単結晶シリコン基板に対して小型のコンデンサを形成して音響検出機構を作り出すことができる。

発明を実施するための最良の形態

[0026] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1には本発明の音響検出機構の一例としてのシリコンコンデンサマイクロホン(以下、マイクロホンと略称する)の断面を示している。このマイクロホンは単結晶シリコンをベースにした支持基板Aに対して、LP-CVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 法により成膜した多結晶シリコン膜によって振動板Bと背電極Cとを形成し、この振動板Bと背電極Cとの間に対してシリコン酸化膜(SiO_2)で成る犠牲層をスペーサDとして配置した構造を有している。このマイクロホンは、振動板Bと背電極Cとをコンデンサとして機能させるものであり、音圧信号によって振動板Bが振動する際のコンデン

サの静電容量の変化を電気的に取り出すようにして使用される。

[0027] このマイクロホンにおける支持基板Aの大きさは一辺が5.5mmの正方形で厚さが600 μm 程度に形成されている。振動板Bの大きさは一辺が2.0mmの正方形で厚さが2 μm に設定されている。背電極Cには一辺が10 μm 程度の正方形のアコースティックホールに相当する複数の貫通穴Caが形成されている。尚、同図では一部の膜や層の厚さを誇張して描いている。

[0028] このマイクロホンは、単結晶シリコン基板301の表面側にシリコン酸化膜302、シリコン窒化膜303、多結晶シリコン膜304、犠牲層305、多結晶シリコン膜306を積層して形成し、この表面側の多結晶シリコン膜306に対するエッチングにより背電極C、及び、複数の貫通穴Caを形成し、また、単結晶シリコン基板301の裏面から多結晶シリコン膜304(振動板Bを形成する膜体の一例)の部位までエッチングを行うことにより音響開口Eを形成し、この音響開口Eの部位に露出する多結晶シリコン膜304で前記振動板Bを形成し、更に、犠牲層305のエッチングを行うことにより振動板Bと背電

極Cとの間に空隙領域Fを形成し、かつ、このエッチングの後に振動板Bの外周部位に残留する犠牲層305でスペーサDを形成した構造を具備したものであり、以下に、このマクロホンの製造工程（製造方法）を図2(a)～(f)及び図3(g)～(k)に基づいて説明する。

- [0029] 工程(a)：(100)面方位の単結晶シリコン基板301の両面に厚さ $0.8\mu\text{m}$ のシリコン酸化膜302を熱酸化により形成する。このシリコン酸化膜302は後述するようにアルカリエッチング液によるエッチングの停止層として機能する。また、このシリコン酸化膜302の膜厚は $0.8\mu\text{m}$ に限定されるものではない。すなわち、シリコン酸化膜302の膜厚は、次の工程(b)で形成するシリコン窒化膜303の膜厚との関係で、これらの膜厚比率である(シリコン酸化膜)/(シリコン窒化膜) $=R$ が $0 < R \leq 4$ となるように構成されているのが好適である。また、このような条件を満たす中で、シリコン酸化膜302の膜厚としては、 $2\mu\text{m}$ 以下とするのがより好適である。
- [0030] 工程(b)：工程(a)で形成したシリコン酸化膜302の膜面上(基板の両面)に応力緩和層として機能する厚さ $0.2\mu\text{m}$ のシリコン窒化膜303をLP-CVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition) 法により形成する。このように形成されたものがSOIウェハで成る支持基板Aとなる。前記シリコン窒化膜303の膜厚は $0.2\mu\text{m}$ に限定されるものではなく、 $0.1\mu\text{m}$ ～ $0.6\mu\text{m}$ の範囲内であれば良い。
- [0031] 工程(c)：工程(b)で形成した支持基板Aのシリコン窒化膜303の膜面上(基板の両面)に多結晶シリコン膜304をLP-CVD法により形成する。このように形成した多結晶シリコン膜304の一部が振動板Bとして機能するものとなるが、この多結晶シリコン膜304に代えて単結晶シリコン膜を形成し、この単結晶シリコンの一部を振動板Bとして用いることも可能である。
- [0032] 工程(d)：工程(c)で形成した多結晶シリコン膜304のうち表面側(図面では上側)の膜面上に犠牲層として機能する厚さ $5\mu\text{m}$ のシリコン酸化膜305をP-CVD (Plasma Chemical Vapor Deposition) 法により形成する。
- [0033] 工程(e)：次に、工程(d)で形成したシリコン酸化膜305の膜面上、及び、裏面側(多結晶シリコン膜304の膜面上)に厚さ $4\mu\text{m}$ の多結晶シリコン膜306をP-CVD法により形成する。

- [0034] 工程(f):工程(e)で形成した多結晶シリコン膜306のうち表面側にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィの技術によって不要な部位を除去してレジストパターン307を形成する。
- [0035] 工程(g):工程(f)で形成したレジストパターン307をマスクにしてRIE (Reactive Ion Etching)の技術によるエッチングを行うことにより、上面側の多結晶シリコン膜306から背電極Cのパターンを形成する(パターニング)。このように背電極Cのパターンを形成する際には、複数の貫通穴Caが同時に形成される。また、このようにエッチングを行うことにより裏面側(図面では下側)の多結晶シリコン膜306、多結晶シリコン膜304は除去される。
- [0036] 工程(h):次に、裏面(図面では下側)に形成したシリコン窒化膜303の表面にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィの技術によって不要な部位を除去してレジストパターンを形成する。この後、レジストパターンをマスクにしてRIE (Reactive Ion Etching)の技術によるエッチングを行うことにより、シリコン窒化膜303と、この下層のシリコン酸化膜302とを除去して、後述する工程(j)において行われるアルカリエッチング液によるエッチングを実現するシリコンエッチング用の開口パターン309を形成する。
- [0037] 工程(i):次に、表面側に(工程(g))で背電極Cが形成された側に保護膜としてシリコン窒化膜311を形成する。
- [0038] 工程(j):次に、裏面側から、エッチング液としてTMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド)の水溶液を用いて異方性エッチングを行うことによりシリコン基板301を除去して前記音響開口Eを形成する。このエッチングの際にはシリコン酸化膜302(埋め込み酸化膜)のエッチング速度が単結晶シリコン基板301のエッチング速度より十分に低速であるため、このシリコン酸化膜302がシリコンエッチングの停止層として機能する。
- [0039] 工程(k):次に、保護膜として形成したシリコン窒化膜311と、犠牲層305と、音響開口Eの側に露出するシリコン酸化膜302と、シリコン窒化膜303とを除去する。更に、単結晶シリコン基板301の裏面に残存するシリコン窒化膜303と、シリコン酸化膜302とをHF(フッ化水素)によるエッチングによって除去する。これにより、多結晶シリコ

ン膜304によって振動板Bを形成し、この振動板Bと背電極Cとの間に間隙領域Fを形成し、残存する犠牲層305によってスペーサDを形成するものとなる。この後、ステンシルマスクを用いてAu(金)を所望の位置に蒸着して取出し用電極314を形成してマイクロホンが完成するのである。

[0040] このような工程に従って製造する際に、振動板Bの厚みを $2\mu\text{m}$ に維持した状態で、応力緩和層として機能するシリコン窒化膜303の膜厚を0(シリコン窒化膜303なし)、 $0.3\mu\text{m}$ 、 $0.4\mu\text{m}$ 及び $0.6\mu\text{m}$ に変化させてそれぞれコンデンサマイクロホンを製造し、振動板Bの撓み量をレーザ変位計により測定した結果を図4に示している。同図に示されるように、シリコン窒化膜303を具備することにより振動板Bの撓み量が抑制され、このシリコン窒化膜303によって振動板の撓みが制御されていることが分かる。

[0041] このように、本発明の音響検出機構は、微細加工技術を用いて支持基板Aに対して振動板Bと背電極Cとを形成した構造を採用しているので、音響検出機構全体を極めて小型に構成することが可能となり、携帯電話機のような小型の機器に対して容易に組込めるばかりか、プリント基板に実装する場合にも、高温でのリフロー処理に耐え得るので、装置の組立を容易にするものとなる。

[0042] 特に、振動板Bを形成する膜体に近接する位置にシリコン窒化膜で成る応力緩和層を形成することで、振動板Bに作用する応力を抑制して振動板Bの歪みを取除き、音圧信号に対して忠実な振動を現出する音響検出機構を構成し得るのである。そして、本発明の音響検出機構では、例えば、マイクロホンを製造する際に1つの工程を付加する程度の工程の簡単な改良だけで応力緩和層を形成するので、製造プロセスが複雑になることがない。また、応力緩和層を形成することによって振動板に作用する応力を抑制できるので、振動板Bの膜厚を薄くすることも可能となり、極めて高感度の音響検出機構を構成できるものとなる。

[0043] [別実施の形態]

本発明は上記実施の形態以外に、例えば、以下のように構成することも可能である(この別実施の形態では前記実施の形態と同じ機能を有するものには、実施の形態と共通の番号、符号を付している)。

- [0044] (1) 支持基板Aとして、活性層と埋め込み酸化膜との間にシリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハースを用いる。この構造のSOIウェハースを用いた場合には、活性層を振動板に用いた音響検出機構を形成でき、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。
- [0045] (2) 前記支持基板Aとして、埋め込み酸化膜層と支持基板のベースとの間にシリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハースを用いる。この構造のSOIウェハースを用いた場合には、例えば、埋め込み酸化膜の外面側に形成した膜体を振動板として用いることが可能となり、この振動板に応力が作用する場合でも、シリコン窒化膜が応力を緩和するものとなる。
- [0046] (3) 本発明の実施の形態では、単結晶シリコン基板301にシリコン酸化膜302を成膜した後に、このシリコン酸化膜302上にシリコン窒化膜303を成膜していたが、単結晶シリコン基板301にシリコン窒化膜303を成膜した後、このシリコン窒化膜303上にシリコン酸化膜302を形成しても良い。また、シリコン窒化膜303の膜厚を $0.1\mu\text{m}$ ～ $0.6\mu\text{m}$ の範囲内に設定し、これらの膜厚比率である(シリコン酸化膜)/(シリコン窒化膜) $=R$ が $0 < R \leq 4$ であることが応力緩和の観点から望ましい。
- [0047] (4) 上記の実施の形態では振動板Bの材料として多結晶シリコン膜304を用いているが、振動板Bの材料は、金属膜等の導電性のある膜、あるいは、金属膜等の導電性のある膜と樹脂膜等の絶縁性の膜との積層膜であっても良い。特に、金属膜としてタングステンのように高融点材料を用いることも考えられる。
- [0048] (5) 本発明は前述したようにシリコン窒化膜311を形成することにより、振動板Bに作用する応力の軽減(制御)を実現するものであるが、このようにシリコン窒化膜311を形成する構成に加えて、振動板Bに不純物拡散を施すことで振動板Bの応力制御を行うことも可能である。具体的な処理の一例を挙げると、イオン注入法により、ホウ素をエネルギー30kV、ドーズ量 $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-2}$ で振動膜中に導入し、活性化熱処理として窒素雰囲気にて 1150°C 、8時間の熱処理を施すことで、圧縮応力を有する振動板Bを形成することができる。従って、アルカリエッチング液によるシリコンエッチングの停止層であるシリコン酸化膜やシリコン窒化膜の膜厚比と不純物拡散と背電極の厚さとを組み合わせることで総合的に振動板Bの張力を制御して、振動板Bに作用す

る外力を低減できるのである。

- [0049] (6) 音響検出機構を構成する支持基板Aに対して、振動板Bと背電極Cとの間の静電容量変化を電気信号に変換して出力するよう機能する集積回路を形成することも可能である

。このように集積回路を形成したものでは振動板Bと背電C極との間の静電容量の変化を電気信号に変換して出力する電気回路をプリント基板上等に形成する必要がなく、本構造の音響検出機構を用いる機器の小型化、構造の簡素化を実現することができる。

産業上の利用可能性

- [0050] 本発明によれば、振動板を必要な厚さに形成しながら、振動板の歪みを抑制し、高感度となる音響検出機構を構成することができ、この音響検出機構は、マイクロホンの他に、空気振動や空気の圧力変化に感応するセンサとして利用することも可能である。

図面の簡単な説明

- [0051] [図1]コンデンサマイクロホンの断面図
[図2]コンデンサマイクロホンの製造工程を連続的に示す図
[図3]コンデンサマイクロホンの製造工程を連続的に示す図
[図4]シリコン窒化膜厚と振動板撓み量との関係をグラフ化した図
[図5]従来のコンデンサマイクロホンの断面図

符号の説明

- [0052] 301 単結晶シリコン基板
302 シリコン酸化膜
303 シリコン窒化膜
304 膜体・多結晶シリコン膜
305 犠牲層
306 多結晶シリコン膜
A 支持基板
B 振動板

C 背電極

Ca 貫通穴

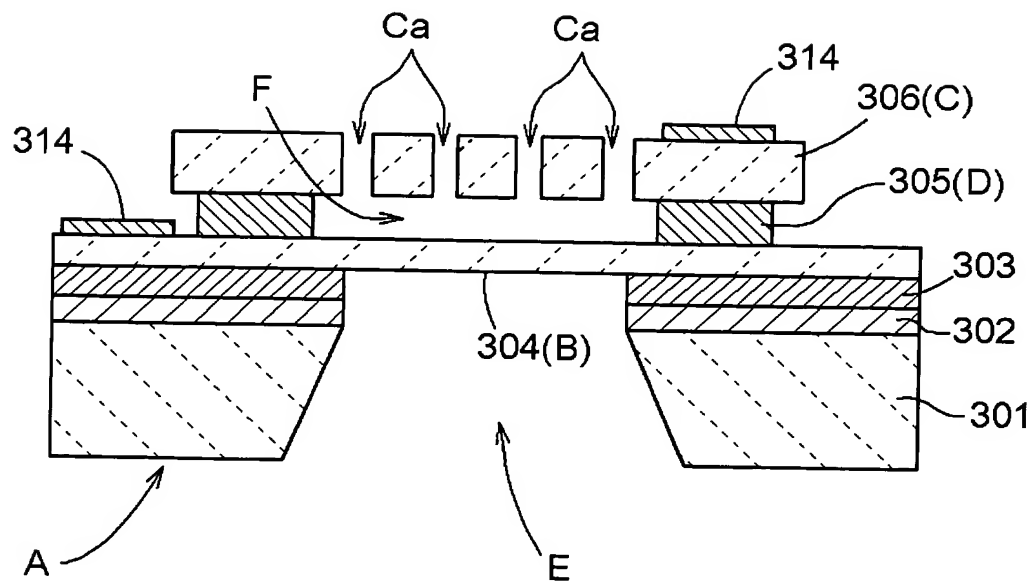
請求の範囲

- [1] 基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり、他方の電極は振動板である音響検出機構であって、
前記基板に形成される前記振動板としての膜体を基準にして、前記基板のベース側にシリコン窒化膜を備えたことを特徴とする音響検出機構。
- [2] 前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として、活性層と埋め込み酸化膜層との間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハを用い、前記活性層で前記振動板を形成していることを特徴とする請求項1記載の音響検出機構。
- [3] 前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、この支持基板として、埋め込み酸化膜層と前記ベースとの間に前記シリコン窒化膜が挟み込まれた構造のSOIウェハを用いていることを特徴とする請求項1記載の音響検出機構。
- [4] 前記基板が単結晶シリコン基板で成る支持基板で構成され、この支持基板にシリコン酸化膜を成膜し、このシリコン酸化膜上に前記シリコン窒化膜を成膜し、更に、このシリコン窒化膜上にシリコン膜を成膜していることを特徴とする請求項1記載の音響検出機構。
- [5] 前記基板が単結晶シリコン基板をベースとした支持基板で成り、前記振動板としての膜体と前記支持基板との間に、シリコン酸化膜と前記シリコン窒化膜とで成る積層膜を形成し、前記シリコン窒化膜の膜厚範囲を $0.1\mu\text{m}$ 〜 $0.6\mu\text{m}$ に設定し、これらの膜厚比率である(シリコン酸化膜)/(シリコン窒化膜) $=R$ が $0 < R \leq 4$ となるように構成したことを特徴とする請求項1記載の音響検出機構。
- [6] 前記単結晶シリコン基板として、(100)面方位のシリコン基板を用いていることを特徴とする請求項2〜5のいずれか1項に記載の音響検出機構。
- [7] 前記振動板に対して不純物拡散処理が施されていることを特徴とする請求項1記載の音響検出機構。
- [8] 単結晶シリコン基板にコンデンサを形成する一対の電極を有し、この一対の電極のうち一方の電極はアコースティックホールに相当する貫通穴を形成した背電極であり

、他方の電極は振動板である音響検出機構の製造方法であって、

前記単結晶シリコン基板の表面側にシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上にシリコン窒化膜を成膜し、該シリコン窒化膜上に振動板となる多結晶シリコン膜を成膜し、該多結晶シリコン膜上に犠牲層となるシリコン酸化膜を成膜し、該シリコン酸化膜上に背電極となる多結晶シリコン膜を成膜し、この後、前記背電極となる多結晶シリコン膜をフォトリソグラフィ技術により所望の形状にパターンを形成し、前記単結晶シリコン基板の裏面側から振動板下部に相当する領域をエッチングにより除去し、フッ酸により振動板下面側に存在するシリコン酸化膜とシリコン窒化膜とを除去し、かつ、前記犠牲層であるシリコン酸化膜を除去することを特徴とする音響検出機構の製造方法。

[図1]



A: 支持基板

B: 振動板

C: 背電極

D: スペーサ

E: 音響開口

F: 空隙領域

301: 単結晶シリコン基板

302: シリコン酸化膜

303: シリコン窒化膜

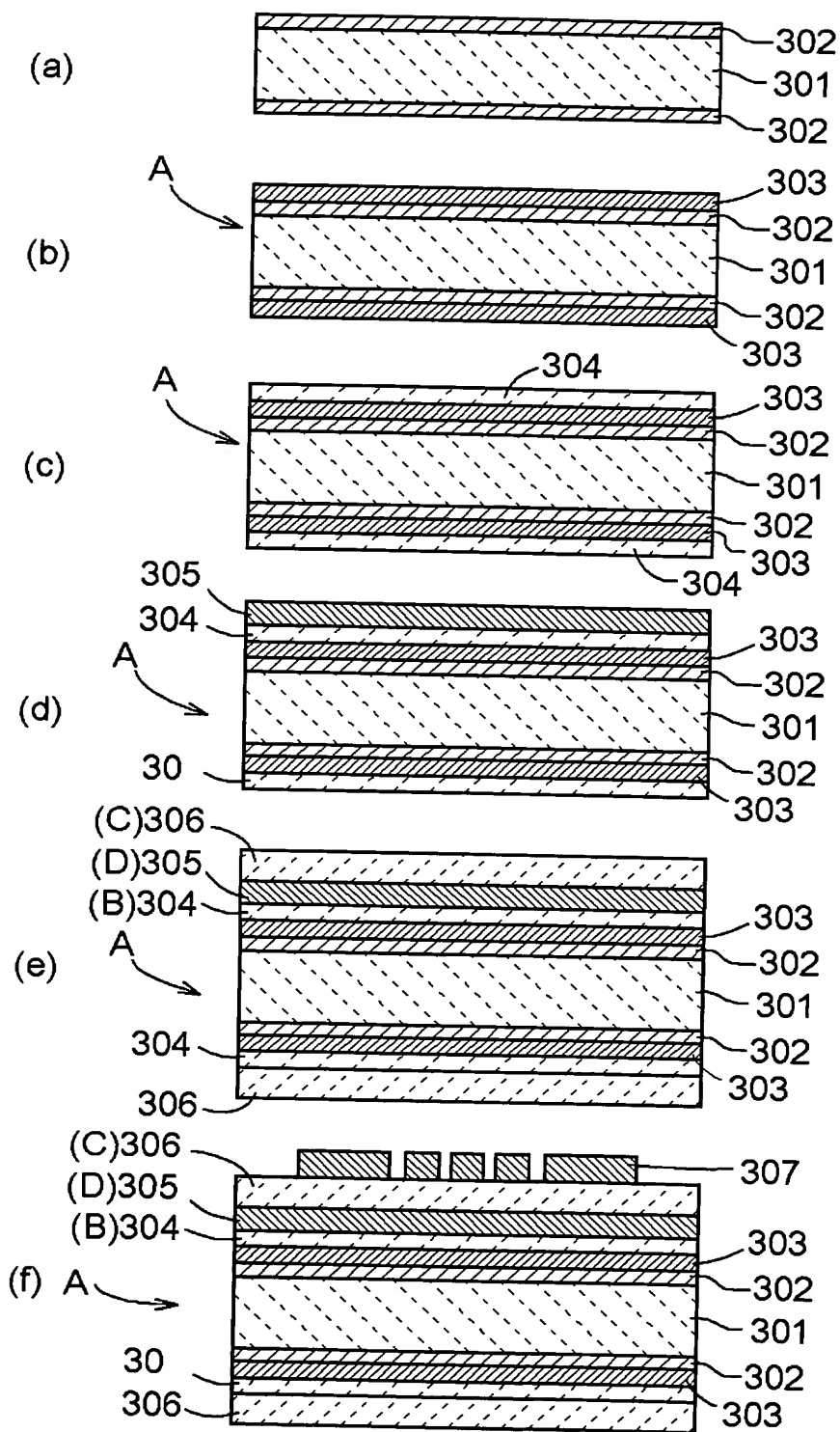
304: 多結晶シリコン膜

305: 犠牲層

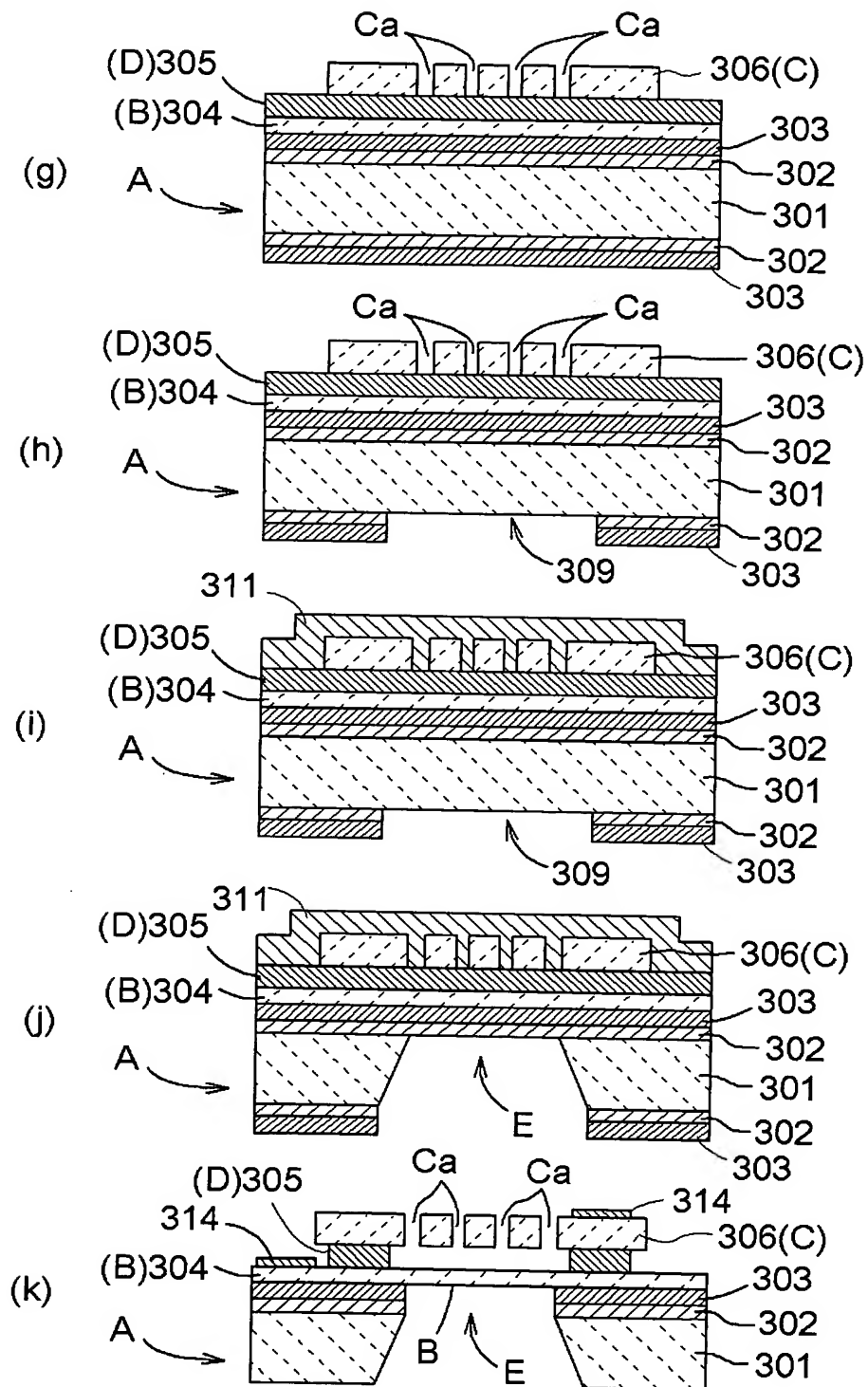
306: 多結晶シリコン膜

314: 取出し電極

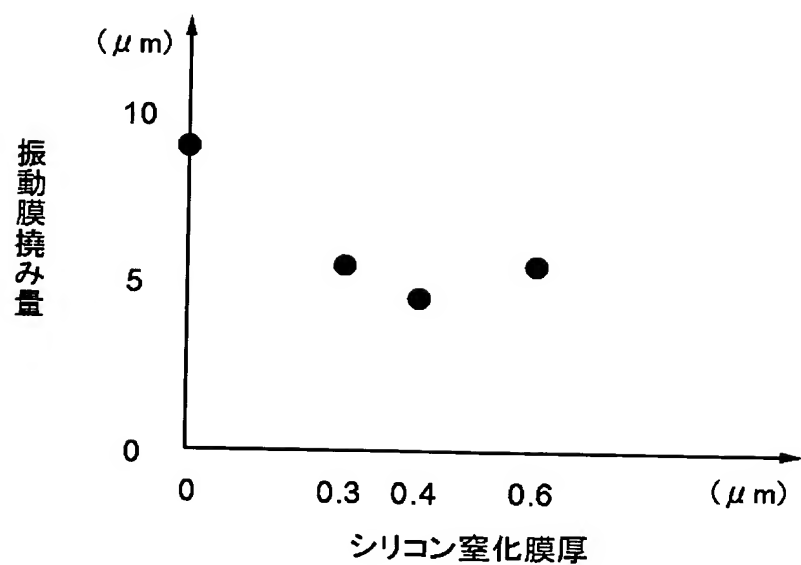
[図2]



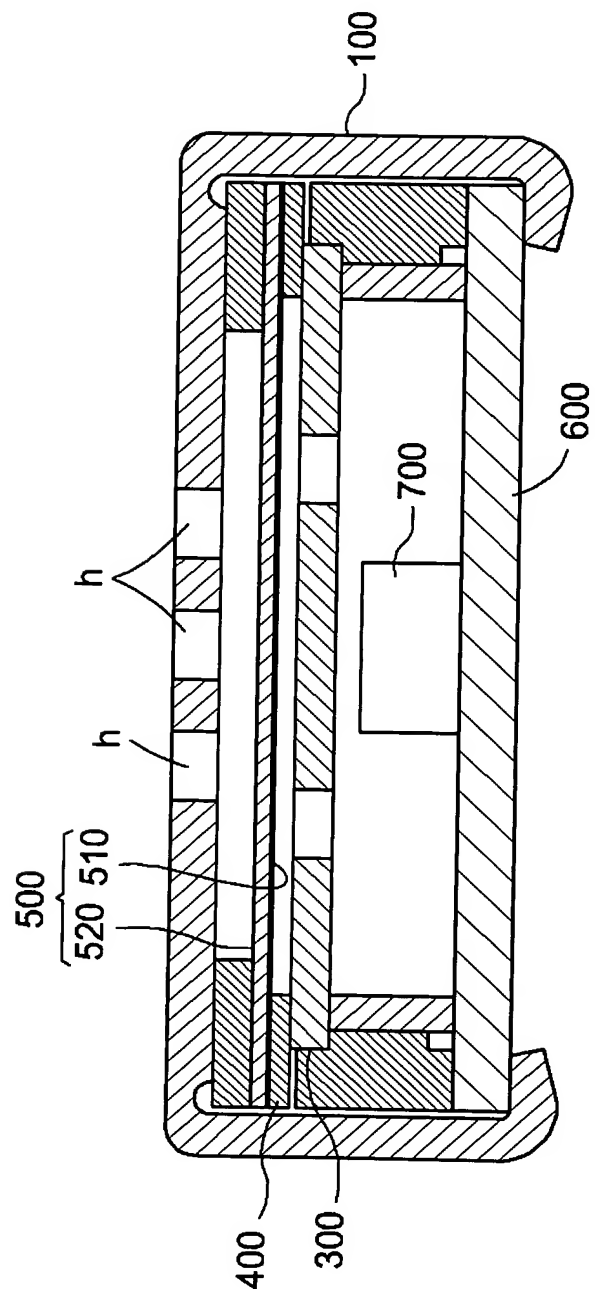
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04R19/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04R19/01, H01L29/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-209298 A (Seiko Epson Corp.), 26 July, 2002 (26.07.02), Par. Nos. [0032] to [0049]; all drawings (Family: none)	1 2-8
A	JP 7-50899 A (Monolithic Sensors Inc.), 21 February, 1995 (21.02.95), Full text; all drawings & AU 3526093 A & FI 931183 A & WO 95/31082 A1 & US 5490220 A	1-8
A	JP 2003-508998 A (Microtonic A/S), 04 March, 2003 (04.03.03), Full text; all drawings & WO 01/19134 A2 & AU 6984100 A & US 6522762 B & EP 1214864 A	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 July, 2004 (28.07.04)Date of mailing of the international search report
17 August, 2004 (17.08.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04R19/01

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04R19/01, H01L29/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2002-209298 A (セイコーエプソン株式会社) 2002. 07. 26 【0032】 - 【0049】 段落, 全図 (ファミリーなし)	1 2-8
A	JP 7-50899 A (モリシック・センサーズ・インコーポレーテッド) 1995. 02. 21, 全文, 全図 & AU 3526093 A & FI 931183 A & WO 95/31082 A1 & US 5490220 A	1-8
A	JP 2003-508998 A (マイクロニック アクティーゼルスカプ) 2003. 03. 04, 全文, 全図 & WO 01/19134 A2 & AU 6984100 A & US 6522762 B & EP 1214864 A	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 07. 2004

国際調査報告の発送日

17. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松澤 福三郎

5C

7254

電話番号 03-3581-1101 内線 3540